

Energetische Bewertung des Solar Info Center (SIC) Freiburg

Jesus da Costa Fernandes, Thomas Feldmann, Elmar Bollin, Forschungsgruppe „Nachhaltige Energietechnik“ an der Hochschule Offenburg, Badstr. 24, 77652 Offenburg, Tel. 0781/205-354, E-Mail: costa@fh-offenburg.de

Energieeffiziente Gebäude – Monitoring bestätigt erfolgreiche Planung und Umsetzung

Das Langzeitmonitoring des Solar Info Center (SIC) in Freiburg verfügt nun über eine Datenbasis von etwas mehr als drei Jahren und steht kurz vor dem Abschluss. Das Solar Info Center Freiburg sieht sich als Kompetenzzentrum für Erneuerbare Energien und bietet auf ca. 14.000 m² Büroflächen, Konferenzräume, Produktionsbereiche, Verkauf und Gastronomie für Produkt- und Dienstleistungsanbieter. Das im Jahr 2003 fertig gestellte Gebäude am Ostrand des Flugplatzes Freiburg befindet sich in unmittelbarer Nähe zur Neuen Messe und zur 11. Fakultät der Universität Freiburg. Mit einem schlanken Gebäudetechnikkonzept und rationaler Energienutzung sollte eine Optimierung bei Energiebedarf und Raumklima bei minimalen Mehrkosten für den Investor erzielt werden.

In einem Projektteam bestehend aus Forschern des Fraunhofer ISE, der Universität Karlsruhe, der Universität Wuppertal, der Hochschule für Technik Stuttgart und der Hochschule Offenburg sowie mit der Solares Bauen GmbH und der Solar Info Center GmbH wurden mehrere Untersuchungen im Rahmen des Langzeitmonitoring durchgeführt. Finanziell wird das Vorhaben mit Mitteln des Bundes-

ministerium für Wirtschaft und Technologie (Förderkennzeichen: 033500U) im Rahmen des bundesweiten Rahmenprogramms Solarbau:MONITOR (heute: Energieoptimiertes Bauen – En-Bau:MONITOR) gefördert. Zusätzlich werden Maßnahmen zur Betriebsoptimierung durch den Bauherrn, die Provinzial-Leben-Baubetreuungs-GmbH (PLB), unterstützt.

Hohe Nutzerakzeptanz und gutes Raumklima

Nutzerbefragungen, die im Rahmen der Begleitforschung durch die Uni Karlsruhe im Winter und Sommer durchgeführt wurden, zeigten entsprechend Abb. 2 eine hohe Zufriedenheit der Nutzer mit dem Arbeitsplatz im SIC-Gebäude. Die Zufriedenheit bezüglich des Raumklima im Winter ist hierbei stärker ausgeprägt als im Sommer. In heißen Sommerperioden zeigte sich die Notwendigkeit der Optimierung beim Betrieb der Lüftung, insbesondere bei der Nachtauskühlung und bei der Verschattung. Die Tageslichtsituation wurde von über 80 % der Nutzer als genau richtig bewertet. Bei der Bewertung der künstlichen Beleuchtung befand über 70 % der Nutzer die Beleuchtung als genau richtig.

Die Eindrücke aus den Nutzerbefragungen konnten durch Kurzzeitmes-



J. da Costa Fernandes, MSc



Dipl.-Ing. Th. Feldmann



Prof. E. Bollin



Abb. 1 (a/b): West-Fassade (links) und Blick in den Innenhof (oben) des Solar Info Center, Quelle: SIC GmbH

sungen des Fraunhofer ISE zum Raumklima und zur Tageslichtversorgung bestätigt werden. Abb. 3 zeigt den Verlauf des Tageslichtkoeffizienten über den Querschnitt eines Bürobereichs hinweg. Ergänzend wurde von der Hochschule Offenburg die Ausleuchtung mit Kunstlicht in einem ausgewählten Bürobereich untersucht. Die Messungen bestätigen hierbei die Planungsvorgaben für Büroarbeitsplätze und Funktionsbereiche wie Flure. Die Belegung bzw. der Vermietungsgrad des Gebäudes stieg im Laufe des Projekts stetig an

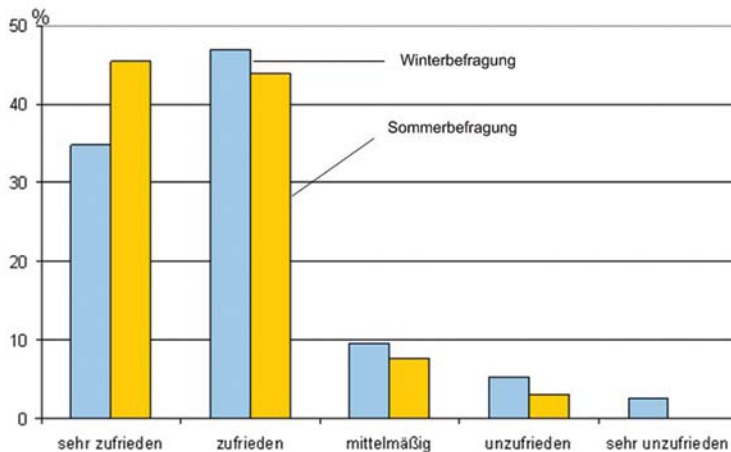


Abb. 2: Hohe Zufriedenheit der Nutzer mit dem Arbeitsplatz im SIC-Gebäude, Quelle: Uni Karlsruhe

und liegt nach anfänglichen 75 % bei nun 95 %.

Emissionsfreie Wärmeversorgung

Das Planerkonzept einer emissionsfreien Wärmeversorgung für das SIC-Gebäude geht voll auf und basiert auf der Fernwärmeversorgung durch das Heizkraftwerk des Uniklinikums Freiburg. Hierzu wurde über ein Contracting in die Erneuerung der Druckluftanlage des Kraftwerks investiert, die zu deutlichen Einsparungen beim Brennstoffeinsatz führen soll. Nach Angaben des Kraftwerksbetreibers wird sogar mehr Druckluft erzeugt als geplant und die Hochrechnung für 2005/2006 übertrifft deutlich die für die Zertifizierung zugrunde gelegte Prognose für das Jahr 2003. Der Wärmebeitrag aus der Wärmerückgewinnung liegt bei 1120 MWh und ist etwa dreimal so hoch wie der Wärmebedarfswert von 319 MWh/a, der für das Contracting angenommen wurde. Die Brennstoffeinsparung liegt etwa ein Drittel höher als geplant.

Das SIC-Gebäude liegt mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von unter 30 kWh/m²*a deutlich besser als der nach der ENEC 2002 berechnete Wert von 32 kWh/m²*a. Dieser Bedarf wird durch die in den drei Monitoringjahren stetig angestiegenen Globalstrahlungswerte und die geringere Anzahl an Heiztagen positiv beeinflusst. Eine Änderung aufgrund der Zunahme der Belegung von 75% auf 95% ist nicht

spezifizierbar. Das SIC erfüllt wie in Abb. 4 am Beispiel des Heizwärmeverbrauchs (Richtwert: 60 kWh/m²a) dargestellt, deutlich die Vorgaben des bundesweiten Förderprogramms.

CO₂-neutrale Stromversorgung

Die CO₂-neutrale Stromversorgung hingegen ließ sich nicht vollständig umsetzen. Bis zum Oktober 2006 wurde das Gesamtgebäude vom Energieversorger Badenova mit Strom versorgt. Als Betreiber der Photovoltaikanlagen (gesamte installierte Peakleistung 55,8 kW) auf dem Dach des SIC-Gebäudes und Betreiber eines Holzkraftwerkes sollte 100% CO₂-neutraler Strom für den Gebäudebetrieb bereitgestellt werden. Aufgrund von Betriebsproblemen beim Holzkraftwerk fiel bereits eine Komponente des Konzepts aus. Die eingespeiste

installierte Leistung der PV-Anlagen wurde gutgeschrieben und macht mit durchschnittlich 56 MWh/a ca. 20 % des Strombedarfs für den Gebäudebetrieb aus. Im Oktober 2006 wurde nach Entscheidung des Gebäudeeigentümers die komplette Stromversorgung umgestellt. Jede Mieteinheit kann seitdem den Energieversorger frei wählen. Verblieben ist die Stromversorgung der allgemeinen Gebäudebereiche über einen Naturstrom-Anbieter sodass der Gebäudebetrieb nach wie vor größtenteils CO₂-neutral gestaltet wird.

Teilklimatisierung mit Erdsonden

Der große Seminarraum des SIC wird über fünf ca. 80 m lange Erdsonden gekühlt. Die Betriebsdaten der Erdsonden zeigten zu Beginn der Monitoringphase lange Betriebszeiten der Lüftung bei gleichzeitig hoher Entnahme von Kühlenergie im Sommer und Vorwärmenergie im Winter auf. Die Energiebeiträge waren etwa gleich bei ca. 2,5 MWh. Die langen Betriebszeiten der Lüftung führten zu sehr hohen Stromkosten für den Betreiber des Seminarraums. In einer ersten Optimierungsphase wurde die Lüftung lediglich vor und während der Nutzung aktiviert. Dies führte im folgenden Jahr 2006 zu einer relativ geringen Entnahme an Wärmeleistung, aber mit 4,5 MWh zu einer höheren Kühlleistungsentnahme bei den Erdsonden. Bei näherer Betrachtung stellte es sich heraus, dass zwei Drittel der Kühlleistung ins Foyer abgeführt wurden, da der Seminarraum ca. 600-800 Stunden verteilt auf das Jahr genutzt wird. Die Kühlung des Foyers wird wie in Abb. 5 veranschaulicht alternativ

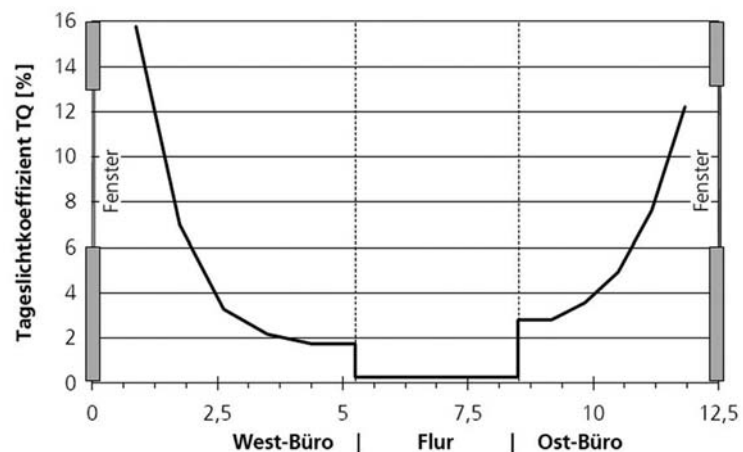


Abb. 3: Tageslichtkoeffizient bei benachbarten Büros, Quelle: Fraunhofer ISE

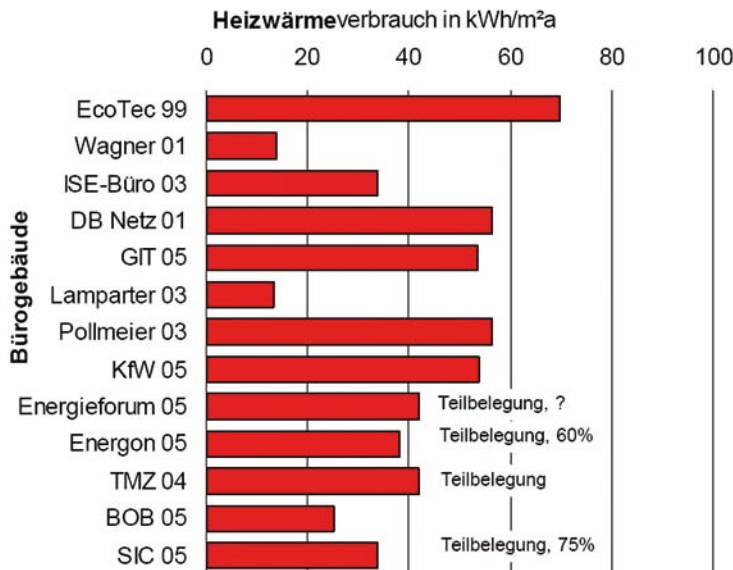


Abb. 4: Heizwärmeverbrauch im Jahr 2005 des SIC im Vergleich zu anderen Objekten des Forschungsprogramms, Quelle: Solarbau:MONITOR

serspeicher, die sich in den jeweiligen Kernen/Treppenhäusern befinden. Bei drei Kernen unterstützen Solarkollektoren mit je einer Fläche von 6 m² die Erwärmung des Wassers in einem 300 Liter großen Speicher. Die weitere Energie wird von der Fernwärme geliefert. Geplant wurde hier mit einem Solaranteil von 50 % des Wärmebedarfs. Beim vierten Kern ist ein Warmwasserspeicher mit 1400 Liter und einer Kollektorfläche mit 16 m² größer dimensioniert, um den Warmwasserbedarf des Gastronomiebetriebs und der Radlerduschen zu decken. Die installierte Anlage führte immer wieder zu Beschwerden durch den Betreiber des Gastronomiebetriebs, da durch das System die benötigte Warmwassermenge nicht ausreichend bereitgestellt wurde. Die verantwortliche Planungsgruppe veranlasste den Umbau der Anlage und stellte um auf ein Zwei-Speicher-Konzept mit einem 500 Liter-Speicher.

zum Seminarraum betrieben und nur dann freigegeben, wenn kein Kühlbedarf im Seminarraum angezeigt ist.

Da eine Abkühlung des Foyers auch an Sommertagen nicht immer erforderlich ist, wurde diese Funktion durch Anheben der Schwellwerte verändert. Dies führte zu einer deutlich geringeren Kälteentnahme von ca. 1,3 MWh im Jahr 2007. Die Erdsonden könnten damit Leistung zur Kühlung von weite-

ren Räumlichkeiten bereitstellen. Optimierungen zur erweiterten Nutzung der Kühlleistung der Erdsonden werden auf der Basis des Monitoring diskutiert und sollen in das Betriebskonzept der Konferenz- und Seminarräume einfließen.

Warmwasserbereitung mit Solarwärme

Die Warmwasserbereitung erfolgt im SIC-Gebäude über zentrale Warmwas-

Bezüglich der Energiebilanz lagen die Solaranteile für die gesamte Warmwasserbereitung in den Jahren 2006 und 2007 bei 34 bzw. 31 %. Die Verschlechterung im Jahr 2007 ist auf Umstellungs- und Optimierungsarbeiten beim großen Warmwasserspeicher zu suchen, da hier der Fernwärmeanteil im Vergleich zum Vorjahr deutlich zugenommen hat. Bei Detailuntersuchungen bezüglich der Zirkulationsverluste in einem der reinen Bürokerne zeigt

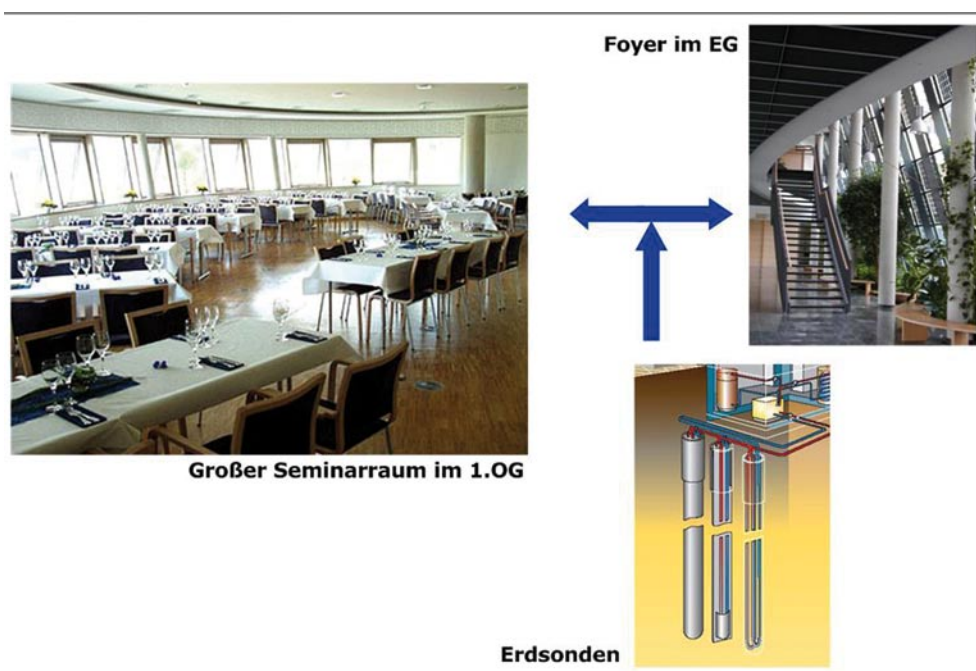


Abb. 5: Teilklimatisierung des großen Seminarraums mit Erdsonden



Abb. 6: Solar Info Center in Freiburg, Quelle: SIC GmbH

sich, dass die Zirkulationsverluste als sehr hoch zu bewerten sind. In Verbindung mit geringeren Solaranteilen ist die Wirtschaftlichkeit des angewandten zentralen Verteilkonzepts in Frage zu stellen. Eine abschließende Auswertung der Messdaten des Jahres 2007 zum Projektabschluss steht noch aus.

Fazit des Monitoring

Das SIC-Gebäude erwies sich im Rahmen des Monitoring als Musterobjekt für energieeffiziente Gebäude. Die Planungsvorgaben wurden über große

Bereiche sehr gut umgesetzt. Einzelne Sondernutzungsbereiche wie der über die Erdsonden gekühlte Seminarraum, die Trinkwassererwärmung des Gastronomiebetriebs im westlichen Kern und die erreichbaren Luftwechselraten für die Nachtlüftung, lassen Optimierungspotenziale erkennen.

Anfänglich erwiesen sich die verschiedenen Gewerke im Gebäude und der Baukörper als nicht aufeinander angepasst. Durch das Monitoring konnten sehr viele dieser Fehlanpassungen erkannt und korrigiert werden. Von Vorteil war die Bereitstellung eines Budgets für Optimierungen durch den

Bauherrn. Das Monitoring hat sich für künftige Bauvorhaben als erstrebenswerte Maßnahme im Sinne eines nachhaltigen Betriebs empfohlen.

Die Gebäudeautomation konnte hervorragend durch gezielte Ergänzung mit zusätzlicher Messtechnik für das Monitoring eingesetzt werden. Die frühe Umsetzung eines Messkonzepts (idealerweise in der Bauphase) in Verbindung mit der Gebäudeautomation kann mit geringen Investitionsmehrkosten hohe Einsparungen beim späteren Gebäudebetrieb erzielen.

Durch das Langzeitmonitoring des SIC war es der Hochschule Offenburg möglich, moderne Verfahren der Gebäudeautomation wie Fuzzy-Decision-Making als Expertensystem, direkter Zugang zur Gebäudeautomation über einen OPC-Server und Internet-Webservices für die Optimierung des Gebäudebetriebs zu integrieren und zu testen. Die Forschungsarbeiten sind an dieser Stelle noch nicht abgeschlossen und werden im Rahmen eines weiteren Projekts fortgeführt.

